RENDICONTI DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI
Classe di scienze fisiche matematiche e naturali
Estratto dal vol. XVIII. serie 5ª, 2° sem., fasc. 10°. — Seduta del 21 novembre 1909.

//

RICERCHE CHIMICO-FISICHE

SULLA

LENTE CRISTALLINA

NOTA 12

DEL CORRISP.

FILIPPO BOTTAZZI e di NOÈ SCALINCI

ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1909

11.

Chimica-fisica. — *Ricerche chimico-fisiche sulla lente cristallina.* Nota del Corrisp. FILIPPO BOTTAZZI e di NOÉ SCALINCI.

XII. — INFLUENZA DEL Na Cl SULL'IMBIBIZIONE DELLA LENTE IMMERSA IN SOLUZIONI ACIDE E DI Na OH.

Abbiamo veduto [1] che la soluzione 0,2*n* di Na Cl può essere approssimativamente considerata come quella nella quale la lente di cane subisce la minima variazione di peso. È questa soluzione che abbiamo quindi scelto per studiare l'influenza che esercita il Na Cl, in soluzione $\frac{n}{5}$, sul processo d'imbibizione della lente immersa in soluzioni di acido cloridrico, solforico e acetico e di Na OH. Per aumentare o diminuire la quantità dell'acido, della base e del Na Cl, abbiamo mescolato in proporzioni volumetriche diverse soluzioni egualmente concentrate (0,2 *g-eq*) di acido cloridrico, solforico e acetico e di soda caustica con soluzione 0,2*n* di Na Cl. La concentrazione totale del miscuglio, perciò, rimaneva sempre costante, e tale (0,2 *g-eq*) da non determinare se non una minima variazione di peso della lente per azione osmotica.

I risultati di queste ricerche sono raccolti nella tabella XXI e graficamente rappresentati nella fig. 12.

Essi dimostrano, in primo luogo, l'enorme differenza che esiste fra la Na OH e i tre acidi sperimentati circa il potere che hanno di agevolare il processo d'imbibizione in presenza di Na Cl. *Tanto la Na OH, quanto gli acidi favoriscono l'imbizione della lente immersa in soluzione 0,2n di Na Cl, ma la Na OH con forza e ad un grado enormemente superiori, in confronto con gli acidi.*

[1] Nota VI.

Tabella XXI. — *Imbibizione della lente in miscugli di soluzione di* NaCl *con soluzioni di acidi e di* NaOH.

PESO DELLA LENTE in grammi	20 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$		Soda caustica: 10 cm³ di NaOH $\frac{n}{5}$ + 10 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (a)		5 cm³ di NaOH $\frac{n}{5}$ + 15 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (b)		1 cm³ di NaOH $\frac{n}{5}$ + 19 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (c)		Acido acetico: 10 cm³ di Ac. ac. $\frac{n}{5}$ + 10 cm³ di Na Cl $\frac{n}{5}$ (a)		5 cm³ di Ac. ac. $\frac{n}{5}$ + 15 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (b)		1 cm³ di Ac. ac. $\frac{n}{5}$ + 19 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (c)	
		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso
Lente normale . .	0,443		0,456		0,443		0,456		0,475		0,640		0,476	
Lente dopo ½ ora	0,454	2,48	0,695	52,41	0,689	55,53	0,569	24,78	0,509	7,15	0,656	2,5	0,482	1,26
» » 1 »	0,461	4,06	0,924	102,85	0,780	76,07	0,625	37,06	0,500	5,26	0,657	2,6	0.490	2,94
» » 1½ ore	0,448	1,12	0,787	72,58	0,893	98,68	0,701	53,72	0,506	6.52	0,659	2,92	0.479	0,63
» » 2 »	0,450	1,58	0,790	73,24	0,964	117,60	0,766	67,98	0,511	7,57	0,657	2,6	0,479	0,63
» » 2½ »	0,448	1,12	0,806	78,94	0,812	83,29	0,830	82,01	0,517	8,84	0,658	2,81	0,489	2,73
» » 3 »	0,449	1,32	0,892	95,61	0,729	64,56	0,824	80,70	0,516	8,63	0,660	3,12	0,484	1,68
» » 24 »	0,461	4,06	—	—	—	—	—	—	0,556	17,07	0,692	8,12	0,501	5,25

PESO DELLA LENTE in grammi	Acido solforico: 10 cm³ $\frac{n}{5}$ ½ H_2SO_4 + 10 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (a)		5 cm³ $\frac{n}{5}$ ½ H_2SO_4 + 15 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (b)		1 cm³ $\frac{n}{5}$ ½ H_2SO_4 19 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (c)		Acido cloridrico: 10 cm³ $\frac{n}{5}$ HCl + 10 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (a)		5 cm³ $\frac{n}{5}$ HCl + 15 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (b)		1 cm³ $\frac{n}{5}$ HCl + 19 cm³ di NaCl $\frac{n}{5}$ (c)	
		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso		Aumento percentuale del peso
Lente normale . .	0,572		0,571		0,511		0,474		0,637		0,476	
Lente dopo ½ ora	0,594	3,84	0,592	3,67	0,525	2,73	0,501	5,69	0,663	4,08	0,488	2,52
» » 1 »	0,607	4,37	0,596	4,19	0,527	3,11	0,517	9,06	0 667	4,70	0,491	3,15
» » 1½ ore	0,605	5,94	0,596	4,19	0,528	3.32	0,505	6,54	0,671	5,40	0,493	3,57
» » 2 »	0,604	5,59	0,602	5,26	0,527	3,11	0,500	5,48	0,671	5,40	0,491	3,15
» » 2½ »	0,605	5,94	0,601	5,08	0,530	3,71	0,508	7,17	0,676	6,12	0,494	3,57
» » 3 »	0,613	7,16	0,602	5,26	0,530	3.71	0,516	8,86	0,673	5,65	0,496	4,20
» » 24 »	0,638	11,53	0,640	11,88	0,543	6,26	0,635	33,9	0,762	19,62	0,516	8,40

Osservando la fig. 12 si vede che tutte le curve decorrono sopra quella che rappresenta l'imbibizione in soluzione 0,2*n* Na Cl, eccetto una e solamente per un tratto al principio del suo decorso (quella che rappresenta l'imbibizione della lente nel miscuglio 1 cm³ 0,2*n* HCl + 19 cm³ 0,2*n* Na Cl). Ciò vuol dire che tutti gli acidi adoperati, e a qualsiasi concentrazione, agevolano l'imbibizione, per quanto enormemente meno della Na OH.

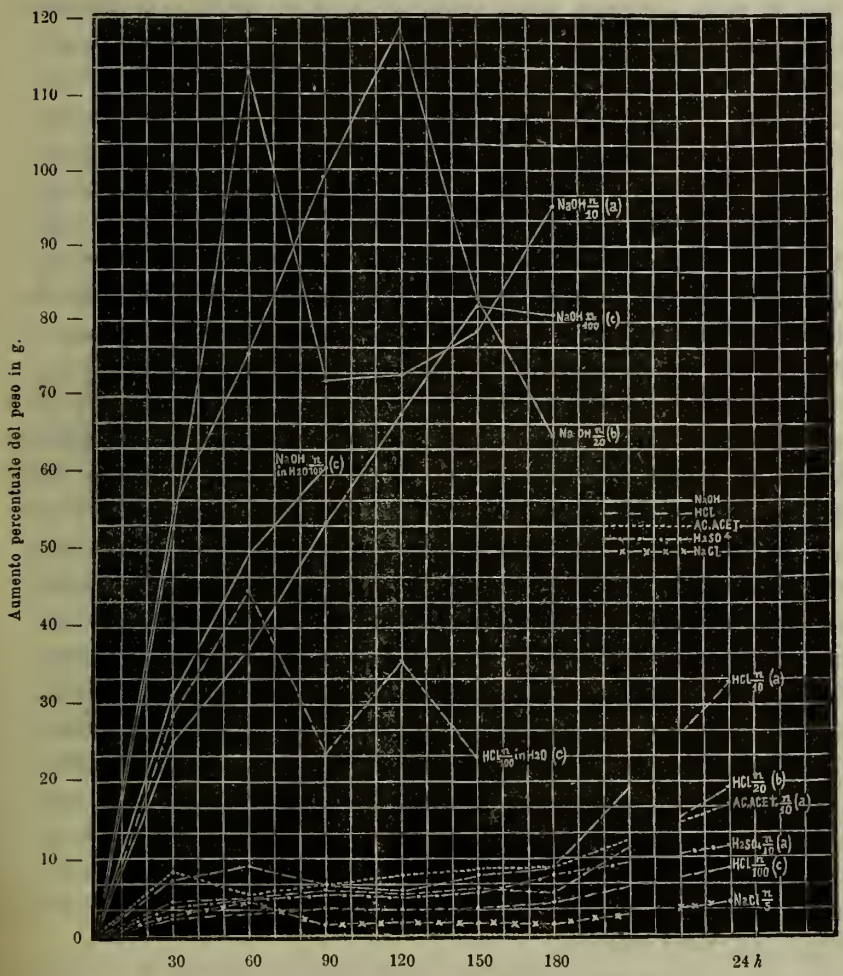

Fig. 12.

Se ora esaminiamo particolarmente l'influenza che esercita la concentrazione dell'acido o della base, troviamo regolarità degne di nota.

Per quanto riguarda la Na OH, vediamo che ciascuna delle tre curve, dopo un'ascesa, che è tanto più rapida quanto maggiore è la concentrazione dell'alcali, presenta un apice che è tanto più prossimo a l'asse delle ordinate anche quanto maggiore è la concentrazione.

Ciò vuol dire che *la velocità dell'imbibizione è direttamente proporzionale alla concentrazione degli* OH^-. La curva *a* presenta un'irregolarità, cioè un avvallamento fra due cime. Questa irregolarità evidentemente è dovuta al fatto che l'eccessiva concentrazione della Na OH determina macerazione degli strati superficiali e perdita di sostanza della lente, che per ciò diminuisce di peso. Se ciò non fosse, l'apice della curva *a* si troverebbe sopra quello della curva *b*, come questo si trova sopra quello della curva *c*, a indicare che, non solamente la velocità, ma *anche la grandezza dell'imbibizione è proporzionale alla concentrazione della base.* La discesa della curva, dopo l'apice, dimostra il disfacimento la dissoluzione della sostanza proteica lenticolare nel liquido in cui la lente è immersa. Questa è anche la ragione, per cui non si possono continuare le pesate dopo la terza ora d'immersione.

Se poi confrontiamo questi resultati con quelli dell'immersione della lente in soluzioni molto diluite di Na OH [1], in assenza di sale, troviamo che senza dubbio il sale deprime alquanto l'imbibizione della lente. Ma la depressione è molto maggiore nel caso dell'imbibizione in acidi, che non in quello dell'imbibizione in soluzioni variamente concentrate di Na OH.

Basta, infatti, dare uno sguardo alle curve della fig. 12, per notare che le curve degli acidi si elevano di pochissimo sull'ascissa, mentre quelle della Na OH si elevano moltissimo. Nella figura abbiamo riprodotto due curve dell'imbibizione della lente in soluzione 0,01 *g-eq* rispettivamente di HCl e di Na OH. Queste due curve vanno confrontate, naturalmente, solo con quelle dell'imbibizione in miscela acido-salina e alcali-salina che hanno una concentrazione acida e rispettivamente alcalina pari a 0,01 *g-eq*. Ebbene, da questo confronto resulta che, a parità di concentrazione acida e alcalina, la curva dell'imbibizione in HCl in assenza di NaCl è molto più elevata sull'ascissa in confronto con quella dell'imbibizione in presenza di Na Cl, e la curva dell' imbibizione in Na OH in assenza di sale un poco più alta di quella dell'imbibizione in presenza di sale. Ciò dimostra che la miscela acido-salina è assai più sfavorevole al processo d'imbibizione che non la miscela alcali-salina; o, in altre parole, che il sale neutro deprime l'imbibizione della lente assai più quando è immersa in soluzione acida che quando è immersa in soluzione alcalina.

Tutto ciò è in perfetto accordo coi resultati delle ricerche di chimica generale dei colloidi, propriamente delle ricerche sull'azione dei sali neutri sopra le alcaliproteine e le acidoproteine; ma su ciò non è qui il luogo di insistere.

Noteremo che, in conseguenza della minore imbibizione che la lente subisce in soluzioni alcali-saline, essa vi si conserva anche meglio, e la capsula non si rompe nemmeno dopo due ore d'immersione in una soluzione

[1] Ved. Nota XI.

alcali-salina la cui concentrazione in alcali l'avrebbe rotta già in minor tempo se non fosse stata la presenza del sale. Per ciò, abbiamo potuto pesare le lenti per più lungo tempo, e constatare aumenti del loro peso di più del 100 %, cosa impossibile a constatare nelle pure soluzioni di Na OH di concentrazione eguale.

Per quanto riguarda gli acidi, possiamo esaminare prima l'influenza della concentrazione, poi quella della natura dell'acido. Solo dell'acido cloridrico abbiamo tracciato nella fig. 12 le tre curve *a*, *b* e *c*, corrispondenti alle tre concentrazioni; degli altri acidi vi si trova tracciata la sola curva *a*, che corrisponde alla concentrazione maggiore. Ora si vede che la curva *a* dell'HCl sta sopra quella *b*, e questa sopra la curva *c*, a significare che *per l'acido cloridrico la grandezza dell'imbibizione è direttamente proporzionale alla concentrazione degli* H^+; e lo stesso può rilevarsi, consultando la tabella XX, per l'acido solforico e per l'acido acetico. Se poi si considerano le tre curve *a* dei tre acidi alla maggiore concentrazione, si vede che esse decorrono, nelle prime tre ore d'immersione, approssimativamente sulla medesima ascissa, con questo di particolare che le due curve *a* dell'acido cloridrico e dell'acido acetico decorrono un poco sopra quella dell'acido solforico, e che esse s'intersecano in due punti. In altre parole, *l'acido cloridrico e l'acido acetico favoriscono, in presenza di Na Cl, l'imbibizione un poco più dell'acido solforico, a parità di concentrazione.* Se finalmente si considera lo stato delle lenti dopo 24 ore d'immersione (una così lunga immersione qui è possibile. appunto perchè l'imbibizione e l'alterazione delle lenti non sono molto grandi), si vede che la stessa relazione sussiste fra i tre acidi: dopo 24 ore d'immersione, l'aumento percentuale del peso è maggiore nella lente immersa in soluzione di HCl che non nella lente immersa in soluzione di acido acetico e di acido solforico; e fra le tre concentrazioni dell'acido cloridrico: dopo 24 ore l'imbibizione della lente alla concentrazione *a* è maggiore che alla concentrazione *b*, e a questa maggiore che alla concentrazione *c*.

I mutamenti d'aspetto della lente sono del seguente tenore.

Nelle *soluzioni di Na OH e Na Cl*, il sollevamento della capsula si osserva quasi subito, a tutt'e tre le concentrazioni di Na OH (dopo 5'-10'); dopo 60'-90', nella lente immersa nella soluzione *a* (maggiore concentrazione di Na OH) si vede attorno alla capsula come una nubecola, dovuta alla macerazione di essa, che comparisce più tardi alle altre concentrazioni. La capsula intanto continua a distendersi, e alla fine della terza ora d'immersione è sì grandemente distesa, che il corpo della lente, situato quasi nel centro d'uno spesso involucro liquido, costituisce, per diametro, appena un terzo di tutta lente. Lo strato superficiale della lente, alla terza ora, presenta sempre un aspetto grigiastro ed è disgregato. Ciò non ostante, di vero opacamento della lente non può parlarsi. Il liquido adunato fra la capsula e il corpo del cristallino è una soluzione di alcalifacoproteina.

Nelle *soluzioni di acido acetico e Na Cl*, alla fine della terza ora, non si vede sollevamento della capsula. Per quanto riguarda la trasparenza, alla concentrazione *a* di

acido la lente si presenta leggermente opalescente, meno alla concentrazione *b*, appena obnubilata alla concentrazione *c*: ma in tutte le miscele si osserva la figura stellata sulla superficie del cristallino.

Nelle *soluzioni di acido cloridrico e Na Cl*, la lente si trova visibilmente aumentata di volume alla fine della terza ora, e più ancora dopo 24 ore d'immersione; ma nelle prime ore non v'ha sollevamento della capsula. Dopo 24 ore, la lente immersa nelle soluzioni *a* e *b* presenta una zona corticale di lieve opalescenza, in mezzo a cui si scorge il nucleo trasparente; nel liquido *a*, la lente presenta massa corticale spessa e nucleo piccolo; nel liquido *b*, massa corticale poco spessa e nucleo di dimensioni maggiori; nel liquido *c*, la lente è superficialmente opacata all'equatore, senza sollevamento della capsula (tutto ciò, sempre dopo 24 ore).

Finalmente, nelle *soluzioni di acido solforico e Na Cl*, alla fine della terza ora, nessun sollevamento della capsula si può scorgere nella lente immersa nei tre liquidi; ma, mentre la lente immersa nei liquidi *a* e *b* mostra evidente l'opacità stellata ed altre piccole macule all'equatore, quella immersa nelle soluzioni *b* e *c* è affatto trasparente. Dopo 24 ore, non si osserva nemmeno sollevamento della capsula, in nessuna delle tre soluzioni; ma, mentre la lente immersa nei liquidi *a* e *b* presenta solo un tenue opacamento diffuso (più accentuato in quella immersa nel liquido *a*), la lente immersa nel liquido *c* presenta l'aspetto di un blocco di paraffina.

Le nostre *considerazioni* si riferiscono, da un lato all'imbibizione della lente tenuta in conto di un blocco colloidale, dall'altro alle alterazioni della sua trasparenza, in relazione con la natura delle soluzioni in cui era immersa.

Per quanto riguarda il primo punto, i resultati da noi ottenuti sono un importante contributo alla chimica generale dei colloidi organizzati, vale dire dei colloidi proteici costituenti i protoplasmi differenziati. È evidente che gli alcali sono i più potenti agevolatori del processo d'imbibizione dei tessuti, e che il grado fisiologico d'imbibizione di ogni cellula o fibra vivente corrisponde a un certo rapporto fra la concentrazione dei sali neutri e quella dei sali le cui soluzioni acquose dànno reazione alcalina in conseguenza della loro dissociazione idrolitica (il carbonato e il fosfato di sodio), vale a dire fra i sali neutri e l'alcali libero del plasma sanguigno e degli altri liquidi interni, o meglio fra gli ioni dei sali neutri e i Na^+ e OH^- in cui si dissocia l'alcali che nasce dalla scissione idrolitica dei sali formati di un acido debole (carbonico, fosforico) e una base forte (soda). Data una certa concentrazione degli OH^-, l'imbibizione della lente (dei tessuti) è maggiore in assenza di sali neutri, i quali deprimono il potere degli OH^- di agevolare l'imbibizione, tanto più quanto maggiore è la loro concentrazione. La regolazione dell'imbibizione è in relazione con la concentrazione degli OH^- da una parte e dei sali neutri dall'altra. I sali neutri agiscono non solo per la loro concentrazione, ma anche a seconda della natura del catione. Ciò non resulta da ricerche sperimentali da noi fatte sulla lente, ma da quanto già si sa sulle reazioni colloidali delle proteine debolmente alcaline, le quali p. e. sono fiocchificate a caldo da una quantità piccolissima di Ca^{++}, mentre i Na^+ sono incapaci di produrre lo stesso effetto.

Da queste nostre ricerche resulta che la velocità e la grandezza dell'imbibizione della lente sono direttamente proporzionali alla concentrazione degli OH^- e inversamente propozionali alla concentrazione del Na Cl. Ebbene non altrimenti si comporta la viscosità delle sospensioni di globulina o delle (pseudo)-soluzioni di essa in soluzione moderatamente concentrata di un sale neutro (Na Cl): la viscosità aumenta, entro certi limiti, coll'aumento della concentrazione degli OH^- e diminuisce coll'aumentare della concentrazione del sale [1]. Ora l'aumento della viscosità è verosimilmente indizio di un aumento dell'imbibizione del colloide sospeso o sciolto, di passaggio di acqua dallo stato di acqua libera intergranulare allo stato di acqua legata per imbibizione, quindi di diminuzione dell'acqua intergranulare. Non è qui il luogo di fare un confronto fra i resultati da noi ottenuti sulla lente, e quelli ottenuti da altri sui muscoli e sul siero sanguigno; ma il confronto porterebbe alla conclusione generale che esiste completa analogia fra il modo di comportarsi delle proteine organizzate e quello delle proteine del siero del sangue.

Anche gli acidi aumentano l'imbibizione della lente (e dei muscoli), come aumentano la viscosità delle soluzioni proteiche, ma assai meno della Na OH; e fra gli acidi da noi sperimentati, l'acido cloridrico è il più attivo in confronto con l'acido acetico e solforico: il che evidentemente dipende da un'azione specifica dei diversi anioni. Senza dubbio, gli H^+ agevolano l'imbibizione, come gli OH^-, sebbene assai meno. Quando l'anione, come nel caso dell'HCl, non ostacola o ostacola poco l'azione degli H^+, questa si manifesta interamente. Ma gli anioni acetico e solforico, come agevolano il processo di fiocchificazione delle proteine sciolte, così debbono inibire l'imbibizione assai più dei Cl^-; essi quindi deprimono l'azione agevolante degli H^+.

Non abbiamo ancora fatto ricerche con diverse basi; ma si può prevedere che, a parità di concentrazione, la $Ba(OH)_2$ e la $Ca(OH)_2$ imbevono la lente (e i muscoli ecc.) assai meno della Na OH e della KOH.

Abbiamo veduto che le soluzioni diluite di Na OH non opacano la lente; naturalmente, se le soluzioni sono relativamente troppo concentrate, tanto da produrre enorme imbibizione e disfacimento degli strati superficiali della lente, questa si presenta alterata e opacata. Ma questo opacamento, come quello che vi determina la semplice acqua distillata, è di natura puramente fisica: nel primo caso esso è dovuto all'eccessiva disgregazione del tessuto del cristallino; nel caso dell'acqua, alla stessa causa e in parte all'incipiente precipitazione della facoproteina per sottrazione di alcali.

Gli acidi invece determinano opacamento della lente per precipitazione della facoproteina, che in natura è un'alcali-proteina solida, dotata però di

[1] Ved. Bottazzi, *Arch. di Fisiol.*, VII, 1909.

proprietà analoghe a quelle della facoproteina in soluzione debolmente alcalina. All'azione precipitante degli H^+ sull'alcaliproteina, però, si aggiunge l'azione specifica degli anioni, altrimenti non potremmo spiegarci la maggior azione opacante degli acidi acetico e solforico in confronto con l'acido cloridrico.